第**卷第**期 Vol. **, No. **
****年**月 ** ****

DOI:
张震　能源计量与能效管理［J］. ****，****，**，（**）：00-00

能源计量与能效管理

张震
华能济南黄台发电有限公司，山东 济南 250100

摘　要：能源计量与能效管理在企业运营中占据重要地位。能源计量是指对能源流程中的各个环节进行数量、质量、性能参数及相关特征参数的检测、度量和计算。它不仅是企业加强能源管理、提高能源管理水平的基础，还是企业贯彻执行国家节能法规、政策、标准，合理用能，优化能源结构，提高能源利用效率，提高经济效益和市场竞争力的重要保证。能源计量工作通常分为三级计量，即进出用能单位、次级用能单位（如车间、工艺段等）以及主要用能设备。这种分级管理有助于企业更精确地掌握能源使用情况，从而更有效地进行能源管理和节能降耗。能效管理则是基于能源计量的数据，通过科学的管理手段和技术措施，实现能源的有效利用和节约。它涉及能源的采购、存储、转换、使用等各个环节，目标是提高能源的使用效率，降低能源消耗，减少对环境的影响。然而，在实际操作中，一些企业可能由于能源计量意识不强，对能源计量工作重视不足，导致能源使用浪费。此外，部分企业可能缺乏专业的能源计量人员，对能源计量数据的处理和分析能力不足，也影响了能效管理的效果。因此，企业需要提高能源计量意识，加强能源计量管理，培养专业的能源计量人员，并充分利用能源计量数据进行能效管理。同时，政府和社会也应加强对能源计量和能效管理工作的宣传和推广，提高全社会的节能意识和能力。至于能源计量与能效管理在特定企业或行业中的具体应用和实践，以及这些能源在使用过程中如何进行计量和管理，将需要根据具体企业的生产流程、设备状况、能源使用特点等因素进行具体分析。总的来说，能源计量与能效管理是企业实现可持续发展和节能减排目标的重要手段。

关键词：能源计量　能效管理
中图分类号：TM933.4　**文献标识码：**　**文章编号：**

Energy metering and energy efficiency management

ZHANG Zhen
Huaneng Jinan Huangtai Power Generation Co.，Ltd.，Jinan，shandong 250100，China

Abstract: Energy metering and energy efficiency management play an important role in business operations. Energy metering refers to the detection, measurement and calculation of the quantity, quality, performance parameters and related characteristic parameters of each link in the energy process. It is not only the basis for enterprises to strengthen energy management and improve the level of energy management, but also an important guarantee for enterprises to implement national energy-saving regulations, policies and standards, rationally use energy, optimize energy structure, improve energy efficiency, and improve economic benefits and market competitiveness. Energy metering is usually divided into three levels of measurement, that is, incoming and outgoing energy-using units, secondary energy-using units (such as workshops, process sections, etc.) and main energy-using equipment. This hierarchical management helps enterprises to grasp energy usage more accurately, so as to more effectively manage energy and reduce energy consumption. Energy efficiency management is based on energy metering data, through scientific management methods and technical measures, to achieve effective use and conservation of energy. It involves all aspects of energy procurement, storage, conversion, and use, with the goal of improving energy efficiency, reducing energy consumption, and reducing environmental impact. However, in practice, some enterprises may not pay enough attention to energy metering due to their weak awareness of energy metering, resulting in waste of energy use. In addition, some enterprises may lack professional energy metering personnel, and the

作者简介：张震　男，　(1977-)，　从事电能计量技术研究　721047546@qq.com

processing and analysis capabilities of energy metering data are insufficient, which also affects the effectiveness of energy efficiency management. Therefore, enterprises need to improve the awareness of energy metering, strengthen energy metering management, train professional energy metering personnel, and make full use of energy metering data for energy efficiency management. At the same time, the government and society should also strengthen the publicity and promotion of energy metering and energy efficiency management, and improve the awareness and ability of the whole society to save energy. As for the specific application and practice of energy metering and energy efficiency management in specific enterprises or industries, as well as how to measure and manage these energy sources in the process of use, it will be necessary to conduct specific analysis according to the production process, equipment status, energy use characteristics and other factors of specific enterprises. In general, energy metering and energy efficiency management are important means for enterprises to achieve sustainable development and energy conservation and emission reduction goals.

Key words: Energy metering Energy efficiency management

0 引言

本文的出题，主要是建议：企业重在做好电表、终端两个基本市场的基础上，以新的开发理念、搞好顶层设计，全面推进能源计量与能效管理产品/系统的升级、拓展。

1、 全面推进产品升级、拓展的背景

正视面临的发展问题：

企业争取成为国际高端能源计量解决方案供应商的远景目标，符合中国新一轮改革的要求，是企业发展的总设计。但是，从电表行业发展的现实出发，企业要做得更大、更强、再发展，存在许多的挑战与难题：

1）基本市场的制约：国网低价位的电表、终端是两个有活力、永恒的电器市场。2010—2013年，估计每年国网为企业提供500万台电表、10亿元营业收入、约7-8%的净利润，只能支持电表企业生存，无法推动企业发展。2014年之后，随着用电信息采集系统建成，国网将转向系统应用与改进的技术研究，智能电表集中招标量估计下降40%，终端需求难以预测。由此，从现在起，就应该抓紧研究基本市场可能突变的应对预案与措施。

2）高端技术的制约：

·缺乏芯片技术：包括多门类、不同档次的计量、本地通信芯片；以MCU为中心的SOC芯片；高压电力电子芯片。由此，产品开发的广度与深度受到限制。

·缺乏整体解决方案的开发理念与综合技术：主要是从低压到高压计量；从居民用电/能源计量信息到主站双向通信系统；从用户到配电网的运行测控技术。现在，只是解决主要/局部应用问题。

·缺乏智能产品技术：现在，企业主要熟悉自动化产品，但还不完整。

3）专业公司发展不平衡的制约：水、气、热量计量，能效管理公司正处于产品与市场开发过程，能源技术公司缺乏高压高级产品。除高端电表，各专业公司尚未开展自主品牌与培育市场的战略研究，还有国际/国内产品差异化设计的安排。

4）海外市场的制约：企业的国际市场开发起步较晚，对国际贸易规则、产品标准与认证以及国际市场开拓经验的积累，需要一定的过程；与杭州海兴公司相比，进入国际高端市场的高端产品准备与投资不足。我听过兰吉尔公司关于AMI工程介绍，企业需要有高品质、双向通信和互动电表，双向高速通信技术，主站系统，智能家居/工业用户互动功能等完整的AMI产品设计研究。

5）公司顶层设计的制约：主要是未来技术与高端市场信息渠道不畅，没有探索、汇总、分析机制与报告制度；企业具有强壮的研发实力与营销网络，但是缺乏统一、权威的高端议事、协调、技术决策机构与中长期发展规划和年度滚动实施计划，特别是争取国家科技部、国家工信部立项，与国网、南网合作的现代电网量测、自动化的大型项目的顶层设计。

2、 开发理念与基本策略的研究

2013年，据说国网将智能电网投资的重点，转移到新一代智能变电站示范工程与智能配电网建设。

1）国网于2012年12月召开新一代智能变电站示范工程建设启动会议。新一代智能变电站示范工程：以集成化智能设备和一体化业务系统为主要特征，将实现分专业设计向整体集成设计的转变，一次设备智能化向智能一次设备的转变，是先进适用技术的集成应用，其中：

·一次设备集成化，如采用集电子式高压互感器、隔离开关和断路器为一体的集成式智能断路器。

·二次设备集成化，如辽宁220kV何家智能变电站是世界上第一个采用许继集中式保护的智能变电站。意指传统的二次保护系统，测控、计量、保护一项功能需要一套装置。现在，设备集成化、功能软件化，解除功能和装置的绑定。

·一次设备与二次设备功能集成化，如福建500kV笠里变电站，首次采用"一次设备+智能终端+传感器"模式，运用微水、压力、密度在线监测等多合一IED（智能电子装置）实现一次设备的远程可视化。

2）国网2013年年中工作会议提出"发展配电网是当务之急"，要借鉴国际经验，科学建设配电网，未来配电网将加快智能化升级进程：

·未来配电网将具备良好兼容的特征，以保证绿色电源和新型用电设备的无缝接入，实现终端客户"即插即用"。

·未来配电网随着先进通信技术的发展，将变成一个动态高效、便捷交互、可用于实时信息和功率交换的超级架构网络，实现高可靠、实时性通信，保障配电网与客户各层级之间的关联、配合和交互。

·未来配电网通过对供电可靠性状况的实时监控，可实现故障预警、分析和决策，达到电网自我预防和自我恢复的目的，实现电网运行最优，确保客户用电可靠。

·未来配电网基于先进的电力电子技术、纳米材料、低功耗技术等，实现电能质量优化控制，最大限度降低电网损耗。

国网2013年第4季度工作会议：强调要把握第三次工业革命孕育发展的新机遇，电网"两头薄弱"（注：特高压网、配电网）问题亟待解决，新能源和分布式电源发展迅猛，社会用电友好互动要求不断提高。会议提出要适应分布式电源接入，支持分布式电源"即插即用"，推广分布式电源并网专用低压断路器和反孤岛装置；推动绿色智能用电，主动引导微电网发展，研发双向互动智能设备，刘振亚两次提到研究双向互动智能电表；还要推动差异化配电自动化建设。

据了解，国网2014年营销（计量）工作新课题：

用电与能效监测管理；

新一代智能变电站电能计量技术；

电能计量装置运行状态评估；

分布式电源并网的电价管理及计量溯源。

突出新的开发理念

以上叙述2013年国网智能电网建设新概念，给电表企业提出了产品/系统升级、拓展可以借鉴的开发理念，就是集成化智能设备、一体化业务系统和跟踪未来配电网智能化升级进程，包括二次设备集成化，一次设备与二次设备功能集成化，双向互动智能电表/设备，新一代智能变电站电能计量，分布式电源和智能用电设备"即插即用"，电能质量优化控制，最大限度地降低电网损耗，用电能效监测，电能计量装置运行状态评估和高可靠、实时通信技术要求，同时，传统电表企业要转向从学习、研究现代电网量测技术做起，进而开发出配电、用电网运行量测、在线测控及系统产品，适应智能配电网预期快速发展的新需求。

重视基本策略研究

全面推进产品/系统升级、拓展是电表企业在新一轮改革时期一项宏大工程，也是企业发展的难题。企业要以全方位视角，从顶层设计抓起，评估现有专业公司开发实力，预测未来市场需求，疏理总部、专业公司及接口部门之间存在的问题，集成产品/系统整体解决方案，由此提出专业公司产品/系统升级、拓展的不同策略，本文建议：巩固扩大智能电表这个首要基本市场，强化发展终端基本市场，下功夫做大做强现有多元化产品市场，重点培育配电网产品市场。在此基础上，需要规划出到2015年或更长一点时间，各专业公司/跨专业公司重点开发的升级、拓展新产品/系统。

3、　巩固扩大智能电表——首要基本市场

近期，智能电表产品/系统方面具有市场前景的新产品开发项目：

计量箱单相智能电表与新型低压计量箱设计定型

目前，计量箱单相智能电表约占单相智能电表总量的80%。此类电表经实验室校准后，安装在计量箱运行往往失准，近几年各地居民时有反应或投诉。2013年4月，由重庆电科院与郑州万特公司合

作研究推出计量箱单相智能电表性能评估测试装置，破解了这道难题。企业参与了该项目研究工作，并改进原有单相智能电表设计。

现在的工作，建议将计量箱单相智电表及其低压计量箱作为新一类产品进行设计定型：

1）计量箱单相智能电电设计规范编制、样机进行定型测试，包括表计在计量箱内引起变差的影响量测试：长时间运行引起的潜动，周围表计不同负载下/上电时被试表潜动/起动/基本误差的改变，与周围表计间距的影响，大电流汇流排的影响，被试表与低压断路器配合工作的影响等。

2）新型低压计量箱设计规范编制及新产品开发

·计量箱内电表读数可信

·具有智能防窃电措施包括远程报警系统

·方便居民用户读数的表计示值显示窗口设计

3）参考文稿：郑州万特公司《单相智能电表性能评估试验装置》

三相智能电表增补集成化功能

三相智能电表特别是0.2S/0.1S级三相电表代表电子式电表最高设计水准。电表企业要在国网智能企业标准（修订版）框架下，完善与改进表计实用功能，用以推进电价改革，降低电网安全风险，减少电网损耗，促进电网收益的增长。

1）基波有功电能计量功能：在现行电价政策下，可以合理分摊电网与大用户之间由谐波引起有功电量的改变量。

参考文稿：重庆大学《基于前馈神经网络的电网基波高精度检测》

2）畸变功率因数计量：可以作为现有《功率因数电费调整办法》的电能计量技术改进

参考电表：GE 公司 KV2c™ 多功能三相电子式电表

3）快速诊断供用电网局部异常或局部故障的位置；需要说明：近期，国网召开停电事件上报研讨会，制订出停电事件判别规则。

参考电表：深圳中电公司 iMeter 高端智能电表

4）还有，配变专用多功能三相电表，要增加最大功率监测与记录功能，用以减少夏季预防由最大功率引起配变超温进行的普测工作。

10 kV 高品质高压电表与配电网防窃电网络

企业要在现有10kV、0.2S级高压电表新产品基础上，继续改进设计：

1）提高表计误差一致性。在功率因数为1或0.5L下，基本误差曲线的误差带宽度及误差带中心线与零轴线间距，要有考核要求。

2）极低功率因数下要有控制误差要求，增加配变有功/无功损耗测算功能。

3）产品安全设计，要符合或超过配电网电力设备安全规程要求

4）具有10kV计费用电表、高压互感器及二次电路引起的综合误差计算考核功能。

5）10kV配变的高压电能量与低压电能量、配变损耗电量不平衡监测/异常情况报警功能。

6）10kV高压电表通过本地通信、远程无线宽带通信联网，具有配电网电能量平衡计算及电能量波动/异常报警功能。

7）高压计量溯源：由中国计量院研究、建标的10kV/1000A高压电表标准装置，已经由国家计量行政部门发证：[2012]国量标计证字第262号，填补了国际空白。

统计电表与低压用户最大负荷监测、控制网络

1）统计电表计量芯片开发，要求功能简化、低价位。

2）统计电表具有电力负荷测量、低压电力线保护、电能管理与本地通信联网功能

3）统计电表的电能管理功能是指测量与评估能耗，继而通过管理用电负荷，维持或降低由用户设定的峰值功率。

4）统计电表具有控制低压自动断路器跳闸/合闸功能。

5）统计电表通过对非主要负荷选择性的脱网和适时再投入实现电能管理。由此，需要开发专用软件算法。

6）在用户设定的最大功率前提下，统计电表

通过能耗实时监测，应用专门开发的逻辑算法，在保证整个系统运行正常前提下，基于用户对电力负载优先级的排序，应用低压自动断路器控制主/次电路的分合。

7）本地通信联网：建议采用基于青岛东软公司第IV代低压窄带载波（20kbps）通信芯片的本地通信网络/无线传感器网络/OFDM窄带载波高速通信网络。

8）参考产品：ABB公司推出全球首款集成能源管理和智能电网通信功能的低压断路器Emax2。

10 kV 高压多功能电能计量柜：

1）电网量测专用的小容量、10kV电压电流组合互感器产品开发

2）电能计量功能：10kV、0.2S级三相高压电表/三相多功能电表+小容量、10kV电压电流组合互感器。

3）无功功率/谐波电压、电流/三相电压不对称/三相负荷不平衡的在线监测与自动化/智能化控制系统。

4）开发/配套无功功率/谐波电压、电流/三相电压不对称/三相负荷不平衡的自动化/智能化调节/补偿产品。

5）开发/配套10kV智能断路器/集成化保护、测控系统。

6、 双向通信和互动智能电表

前面叙述：国网2013年第4季度工作会议提出：研究双向互动智能电表/双向无功智能设备的要求。估计国网2014年度工作会议将作出统一部署。同时，出口国际高端市场，国内尚未开发出这类双向通信和互动高端电表，建议企业将该产品开发提到重要议事日程。

与此相应，国内《进口高端电表全性能研究》合作项目已经启动。主要合作方有企业、重庆院。重点研究进口高端电表的技术标准，内部结构剖析；高端电表元器件性能，生产与工艺稳定性措施和特殊性能测试方法，可以说知识工程海量。

参考电表：兰吉尔公司的E-350 FOCUS AX单相智能电表；E550三相智能电表。

变电站在线电能表远程监测系统与实验室模拟现场环境的三相电表性能测试装置。

该项目是适应2014年国网营销部可能开发电能计量装置运行状态评估技术研究的需要。

1）变电站（关口、大用户、线损统计）电表远程监测系统，其系统准确度初定为0.05级，包括0.02级单相标准电表3台组合，0.02级、0.5A中间电流互感器。该系统检测的在线电表运行性能/数据，通过电网光纤网络接入省级/地市级电力部门远程集中监测平台。

2）实验室模拟现场环境的三相电表性能测试装置，初定装置准确度为0.2级；模拟现场环境的参数：三相电压、电流、相角不对称/不平衡；特殊情况下，电网频率偏离额定范围；电压、电流谐波含量超标；强电磁场影响；环境温度、湿度改变等。

3）研究以上两个子项目测试数据的比较方法和数据库设计技术。

4）参考文稿：

重庆电科院、重庆大学：《电能计量装置状态模糊综合评估及检验策略研究》

武汉南瑞公司：电能计量装置在线监测系统

4、 强化发展终端基本市场

近据报道：国网用电信息采集系统将于2015年建成，估计实现远郊、山区“全覆盖”的难度较大，而且各类本地通信技术都不完全过关，新的通信方式处于试用阶段。进入21世纪，本地通信技术快速发展，终端将不断地更新技术，其市场总是有活力、有前景。

另一方面，企业作为大型系统集成商，长期以来受制于本地通信芯片技术；同时对公变台区低压窄带载波通信网络/高层建筑应用无线传感器通信网络，缺乏高品质系统工程实施的技术准备与经验。因此失去了部分省级电力终端市场。企业在终端市场方面要做大，必须先做强。

国内，正在进行高品质低压窄带载波通信系统工程设计与管理方法合作研究。

低压窄带载波通信是国网营销部门主推的本地通信方式，近几年的国网集中招标，窄带载波模块为本地通信模块招标总量的50%，每年投入15亿元。这次合作研究主要是解破公变台区窄带载波通信2%用户抄不到表的“禁区”，第一步先实现24h、自动抄表成功率100%的目标。

1）首先，急需研发低压电网窄带载波通信现场测试设备：

·低压窄带载波通信多频点信噪比测试仪：国内空白

·电力线网络分析仪/低压公变台区识别仪/自动识别终端

·可视化低压电网路由监测仪：国内空白

·低压电网阻抗/衰减测试仪

·参考产品

深圳均方根公司：多功能低压台区识别仪

深圳中创电测公司：**HE1001** 型电力线网络分析仪

2）低压电网干扰源监测方法及干扰抑制技术/产品的研究，制定出集中器选址勘测技术要求

3）根据重庆电科院的需求，建议研究提出低压窄带载波通信（集中器、采集器、载波电表）通信模块规范化设计方案。

4）研究提出与实施高品质低压窄带载波低速通信系统整体解决方案。

国内，另一个合作项目：低压窄带载波互联互通技术可行性研究，主要合作方是重庆院/重庆邮电大学、宁光/兰州大学、企业。

国内，该项目是首次将互联网技术引入电表通信领域，建议企业联合中慧公司研究中慧窄带低速通信芯片/其它窄带芯片，通过互联网**IPV6**协议，实现低压窄带载波互联互通，重点攻克**IPV6**信息量大与窄带载波通信低速率矛盾这道难题。

加快企业 **OFDM** 窄带载波高速通信芯片研发进程

1 ）适应智能配电网建设新需求：

·窄带载波低速通信芯片更新

·智能配电网本地通信平台建设

·智能家居联网

·研究提出与实施低压窄带载波通信**1h/30min**自动抄表成功率**100%**的整体解决方案。

2 ）参考产品：青岛东软公司第 **V** 代载波通信芯片及系统

微功率无线通信网络应用研究

目前，微功率无线通信主要作为用电信息采集系统本地辅助通信方式。据说，企业在这方面已经开发试点与扩大应用多年。

1）微功率无线通信互联互通协议已经出台。**2013**年，由国网计量处组织、北京电力公司牵头编制该项互联互通通信规范。预计，**2014**年起，微功率无线通信方式率先将在北京电网或同时在若干个省级电网试点推广。对此，企业是否作了充分准确，包括符合国网互联互通新标准的微功率无线模块设计与入网检测。同时，要研究其它无线传感器网络进入互联互通应用范围的研究。

参考文稿：深圳国电科技通信公司《短距离微功率无线通信技术标准解析与展望》

2）国产微功率无线通信芯片，目前只有极少数企业投资开发，成为制约微功率无线通信方式发展的重要因素。中慧公司需要加快这方面芯片的开发进程。

3）由中科院沈阳自动化研究所牵头制订出**IEC62601**《工业通信网络 现场总线规范**WIA-PA**通信网络与通信规范》；**WIA-PA**通信方式已经在沈阳电网试点应用。建议企业注重该项由我国制定的国际标准的引用研究。

4）企业自主研究的微功率无线通信技术，需要研究标定企业品牌，便于推广应用。

5）扩大微功率无线通信方式应用范围的研究。要强化措施，争取进入国网、北京电网微功率无线通信互联互通扩大试点市场；研究开拓智能配电、用电网在线监测无线传感器网络，智能家居通信网，还有前面叙述的低压用户最大负荷监测、控制系统等新兴市场。

5、 下功夫做大做强现有多元化产品市场

本部分的内容，主要讨论能源技术、能效管理和水、气、热量表计产品/系统的发展问题。由于这些专业公司已经组建、运营多年，基本产品与市场开发步入正轨，目前主要是缺乏高端产品/品牌产品。本文在汇总新的信息与高端产品文稿基础上，提出一些实用高端产品开发项目，供参考。由于这些高端项目开发往往需要较大投入、高级专门人才，因此如何选题、立项与实施，更是需要慎重。

高端电能质量产品

1 ）参考高端产品：

深圳中电公司**PMC680/680M**高端电能质量监控装置，采用多**CPU**架构，以**32**位**Power PC**和**DSP**

芯片为核心，以Vx works实时操作系统为依托，采样频率1024点/周期，捕捉任何一个波形瞬间，支持以以太网的IEC61850标准。

2 ）数字化变电站电能质量监测设备：

由江西电科院开发的数字化电能质量监测设备，其系统结构包括报文解码单元、信号处理单元、数据转换与管理单元。事先要构建数字化电能质量监测设备的信息模型；采用电能质量数据集中器提供IEC61850网关/代理功能的方法，可以将非IEC61850设备通过协议转换，实现对外IEC61850服务，由此解决传统变电站电能质量数据的数字化、共享问题。

参考文稿：江西电科院《数字化电能质量监测设备的设计与应用》

3 ）10kV 高压多功能电能质量监测终端

鉴于目前10kV高压电表大规模应用的市场前景尚不明朗，而每年省级电力部门招标大都列入电能质量终端产品；同时，近期报道：高压互感器存在谐波传递失真问题，对作为二次设备的电能质量终端性能受到质疑。2013年初，由东方威思顿公司的专家首先提出10kV高压电能质量监测终端开发的动议，本文作者认为：开发10kV多功能电能质量监测终端更有实用推广价值。

·10kV高压多功能电能质量监测终端新产品的开发，首先要制定出产品设计规范，主要功能包括：前面叙述的10kV高压电表全部功能、电能质量监测和配电网防窃电、线损管理网络化应用等。

·该产品在大容量取源技术瓶颈解决之后，继而开发10kV多功能电能质量测控终端，面向智能配电网运行参数的优化调节、高压电力负荷控制，预期市场前景更好。

·参考文稿

中国电科院：《电子式电流互感器谐波传变特性研究》

河南电科院：《电容式电压互感器的谐波传递特性研究》

国网电科院：《一种新型变换器式取能电路》

高级有源电力滤波器

1 ）湖南大学：双谐振注入式混合有源电力滤波器

该产品具有突出的谐波注入能力，谐波治理效果显著，可补偿大容量的容性基波无功，并有效防止电网无功过补偿。

该有源电力滤波器应用于广西某110kV变电站电能质量超标的治理方案。

参考文稿：湖南大学《配电网电能质量实时监测分析与治理》

高端无功补偿产品

高压/低压无功功率补偿设备是电网长期需求的产品，主要用于变电站 、中低压配电网的区域无功平衡，工业企业无功就地补偿。据报道：2012年其市场规模达到500亿元。2011年，由于风电场爆发大规模风机脱网事故，暴露出风电场无功补偿响应速度慢、不能智能化操作等问题。由此，高端无功补偿产品市场迅速发展起来。

企业的低压无功补偿与10 kV高压电容器无功补偿产品经过多年开发与生产，积累起拓展市场的经验，目前主要是缺10-35kV高端无功补偿设备。由于这方面产品的技术较复杂、投资大，国内只有为数不多的电力电子产品企业具有高端无功补偿新产品开发实力。

1 ）荣信公司：SVG（静止无功发生器）市场爆发

·荣信依托多年的SVC（静止无功补偿器）设计与工作经验，前几年重点开发出SVG产品。

由于风电场对高速无功补偿产品、变电站对大容量无功补偿设备的需求，该公司出现年销售400V-35kV 直挂式 SVG600 多套， 容量在1Mvar-200Mvar的业绩。

·荣信还将SVG应用于淮南煤矿、玉溪电网、青岛庞巴迪铁路客车制造厂等多个领域。

·荣信承担了多项国家SVG重大项目，如国家科技部的重大电力电子支撑项目——±200MvarSVG研制及产业化。

·荣信建有具有国际先进水平、国内唯一的SVG装置高压全载试验中心，确保SVG设备的可靠性，并缩短现场调试周期。

·参考文稿

东莞供电局、荣信公司：《南方电网35kV±200Mvar链式STATCOM现场试运行》

清华大学：《风电场动静态无功补偿协调控制策略》

株州南车时代电气公司：大功率半导体器件系列产品

2 ）关注就地无功补偿产品的兴起

东南大学、场州供电公司：《基于V2G的无功功率补偿技术》

·就地进行无功功率补偿是改善配电网电能质量的有效方法（注：也是最大限度降低低压电网线损的根本方法）。

·插电式混合动力电动汽车（PHEV）的无功功率补偿方法。V2G（车到网）双向能量交换的拓朴结构，包括电网侧变换器、电池测变换器和保护电路3部分。

对于单相电路，利用瞬时无功功率理论的p-q检测方法，可以快速、准确地分析负荷有功、无功分量。

对于变化的指令值，采用基于被检对象精确数学模型的无差拍控制方式。

·采用V2G的无功功率补偿技术，既可以实现无功功率就地补偿，而且拓展了V2G技术应用范围，包括用于家庭无功就地补偿。

电能质量综合治理方案：

1 ）湖南大学：《具有谐波抑制功能的综合电能质量控制系统设计》

该系统采用电压无功谐波优化控制，同时考虑电压质量、无功、网损和谐波等多个优化目标，建立多目标电压无功优化模型，提高了系统的控制精度，减少控制装置的盲区，并有利于系统稳定。该系统采用复合电流模糊自适应PI控制，可对负载中的谐波电流进行较好补偿，使系统具有更好的动态特性和稳定性，有效控制误差电流，改善滤波器特性，提高直流侧电压利用率，抑制电网调节过程可能发生的谐振现象。

2 ）湖南大学：《基于两相三线变流器的新型高铁电能质量补偿装置》

·2012年IEEE电力电子学报刊文，提出高铁牵引功率源系统利用两相三线制变流器，代替原来由日本学者提出的铁路功率调节器（RPC）背靠背结构，但是改进后的设备，全为有源部分，容量较大。

·该文提出一种新型高铁综合补偿系统，包括两相三线变流器、TCR（晶闸管控制电抗器）、TCF（晶闸管控制滤波器）。

该系统利用SVC的高可靠、较低成本的优势，对系统进行绝大部分无功调节，两相三线变流器只需进行有功转移和补偿剩余的无功和谐波。新型补偿系统可以显著地降低有源部分即两相三线变流器的容量；还采用基于重复控制的三态磁环控制，可快速跟踪指令电流，并减少电流误差。

能效管理实用研究

1 ）能效管理行业：加快发展的前奏，利益交叉的领域

·节能减排是“十二五”国家基本工业战略，国务院对各省都要下达严格的节能减排考核指标。近几年，国家多次出台节能减排项目资金补助新政。

·地方政府陆续组建节能办公室负责节能减排与能效管理的组织实施，但是往往缺乏大型用电企业节能改造方案及品牌节能产品的支持。

·国网系统既有电力负荷控制，又有用户管理、沟通的优势，对大型用电企业与节能产品市场具有较强的影响力。

·用电企业对节能改造项目总是处于被动地位，期望政府节能项目资金补助到位。

·企业是湖南省能效检测中心，又是国内技术领先的大型电表企业，要在能效管理上做出好的业绩，需要开发出品牌节能产品与高水准的各类节能技术方案，还要加强与地方政府节能机构的沟通联系，协助用电企业争取落实节能改造项目与资金补助。

2 ）国网经验参考

·中国电科院用电与能效研究所：主要研究电力需求侧管理、能效管理、智能用电3个方面的基础性、前瞻性、支持电网发展的重大共性技术；组建了电力需求侧管理与用电技术实验室，电动机效率及电网节能检测实验室，开展电力需求侧管理领域检测实验业务；开展用电与能效技术支持业务。

·国网公司完成中德能效合作项目现场能效诊断工作。5年间，国网公司承担了中德能效合作项目涉及15个行业、18家用户，提出具体节能措施185项，预计节约电量6.1亿千瓦时，节约成本2.6亿元。

·国网服务区域建立了573个能效服务小组，涵盖5693家企业的能效服务网络。

·国网公司通过优化电网结构，强化电网无功补偿，开展农村电网综合治理，加大对老旧和高能耗配电变压器等设备的技术改造，降低电网线损率。

·国网公司“抽水蓄能机组启动变频器国产化研究”项目通过专家组验收。该项目由国网新源公司与国网电科院共同完成，打破了国外企业的长期技术垄断，极具推广应用价值。

3 ）能效管理领域概要

·国家能效标准：截止2006年统计，全国能源基础与管理标准化委员会共制订家用电冰箱、空调器、三相配电变压器、照明灯及镇流器、空气压缩机等11类20个国家能效标准。

·电力需求侧管理/技术：包括能源计量、节能运作与管理、电力系统负荷管理、家用电器与建筑节能技术以及新能源利用（8类产品）、高能耗企业（8类企业）节能技术、高能耗企业的节能监测技术与节能评估管理。

参考书目：赵伟《电力需求侧节能技术》

·智能用电管理/技术：包括用电信息采集、用户用能服务、智能量测技术、分布式电源管理、充放电与储能管理、营业业务管理、辅助分析与决策、用电地理信息、信息共享平台、通信与安全保障体系。

参考书目：陈丽娟、许晓慧《智能用电技术》

4 ）关于企业选题的建议：

电表企业开发能效管理项目的选题原则；

与国网主导节能项目要错开出题；

重点放在节能产品与大型企业节能改造项目技术方案的研究上。

节能产品开发的选题，要有利于企业培育、拓展市场的需求

企业的能效管理选题：

·组建高水准的能效检测实验室：主要检测对象是三相配电变压器、高压电机与变频器、小容量光伏电源与逆变器、绿色照明、大型空调系统，并开展相关的能效检测业务。

·高能耗用电企业综合节能改造方案研究

·大型建筑工程量身定制节能改造方案

参考信息：

报刊报道：降低建筑能源消耗备受关注，西门子为广交会展馆量身定制“节能绿衣”

深圳中电技术公司：

建筑节能用电管理系统

建筑能效管理系统

建筑电气火灾监控系统

·高压电机节能与变频器开发

参考信息：“高压变频器市场，迎来新一轮发展机遇”

·大型空调系统节能改造方案

参考文稿：上海交通大学《商务楼中央空调周期性暂停分档控制策略》

·小容量光伏电站系统与逆变器开发

参考文稿：

中国电科院《光伏电站测控系统设计》

湖南省机电职业技术学院、湖南大学《一种光伏并网与电能质量复合控制系统的设计》

贵州大学《考虑多分布电源的孤岛检测方法研究》

中科院电工研究所《电压质量调节器功率流协调控制策略》

南京南瑞太阳能科技公司：“分布式光伏发电整体解决方案”

·智能家居与 OFDM 窄带载波高速通信网络/微功率无线通信方式

参考信息：“东软载波首签智能家居订单”

东软公司将负责青岛市胶州经济技术开发区“智慧胶州智能化建设项目”的开发。该开发区的办公楼、写字楼、工业园区、居民小区都要采用东软的智能化系统，包括智能控制模块、三相智能网关、

电容触摸开关、LCD触摸开关、窗帘控制开关等智能产品，搭建以电力线载波通信为平台的智能楼宇。

·自然光照度终端与城市路灯控制系统

参考文稿：

攀枝花学院《一种新型 LED 灯瞬态控制方法的研究》

报刊报道：北京城市照明"采用自然光照度采集终端"

重庆邮电大学《基于 IPV6 的路灯控制系统方案》

·农网配变智能综合终端与降低台区线损率技术方案

·三相配变容量与损耗精确检测与降低损耗措施研究

参考文稿：

湖南省电力公司《变压器容量测试仪校验装置的研究》

广州致远公司"高精度变压器损耗测试仪"

中国矿业大学《基于虚拟仪器的变压器测试平台》

·大型用电企业智能互动功能的设计与实施方案

参考文稿：南京供电公司《大用户智能用电互动应用技术研究》

水、气、热量计量产品/系统

由于本文作者对这部分的产品设计/生产不熟悉，汇总资料有限，这里只是提出能源计量产品备受关注的几个开发课题：

1 ）山东力创公司开发的微功耗皮秒级时差信号捕捉与测量芯片

2011年4月，该款芯片通过了山东省级科技成果鉴定，填补国内高精度时差测量芯片的空白，打破了国外技术垄断。该芯片主要用于超声波热量表和流量计，还可应用于激光测距、需达测速、核物理检测、生物医疗、传感器、电子秤等领域。

2 ）兰吉尔公司的智能燃气表

2013年10月，兰吉尔与英国天燃气公司签订9.56亿美元的计量领域最大订单，英国采购兰吉尔1600万只智能气表和电表。目前，英国天燃气公司已经部署安装了100万只兰吉尔智能仪表，用户通过户内显示仪，可以方便地了解能源使用信息。

3 ）热量表的远程监测控制系统

热量表实现远程自动抄表仅仅是热计量信息化管理的第一步。从政府主管部门的要求，热力信息可测，实时看到热力管网、换热站、居民用热信息；从热力公司运营管理角度，期望居民用热可控、可预付费控制，当用户缴费不足时，可远程控制用户热量表前端的电动阀门开关状态；从用户节能、省费用角度，居民期望可以分时段设定室内的不同温度，在热力公司授权情况下，可以控制热量表前端的电动阀门来调节热量消费，这或将成为未来热计量市场的主流课题。

6、重点培育配电网产品市场

配电网由架空线或电缆线、配电所（包括配变、高压/低压断路器、高压开关柜/配电柜、无功补偿设备等）或柱上降压变压器和用户构成。据报道，我国配电变压器的年产量达到5000万KVA，约占变压器总年产量的1/3。

2011年初，国网年度工作会议指出：我国配电网水平的确不高，要走引进、消化、吸收再提高的路子；2012年5月，中法双方签订配网咨询合同，由河北省电力公司与法国配电公司开展配网国际咨询工作；近日，国家电网报刊文：2014年国网将着力解决"两头薄弱"（注：特高压网、配电网）问题。

目前，配电网低端产品市场竞争更是异常激烈。企业是具有综合实力、对发展企业有强烈期望的电表企业，要在近几年开发出智能诊断配网故障产品基础上，抓住智能配网建设的新机遇，重点培育配电网产品市场，首先要找准切入点，就是有市场前景的高端项目。

智能型集成化配电变压器与在线监测系统

1）配变与互感器的集成化设计：要在常规变压器基础上，高压、低压引出线上增加电流互感器，非晶材料铁心，采集电流信号；高压线圈内部增加测量绕组，采集高压电压信号；箱盖上安装温度计。其中，高压/低压互感器具有规定的测量准确度。

2）具备自动调容、调压功能

3）配变终端主要实现配变运行参数的测量，相关电能的计量，异常情况报警，运行状况的分析

与预测。

4）配变在线监测系统，包括配变运行状态实时监测，配变故障预警，配变损耗与负荷电能质量监测，配变维护检修等辅助决策功能。

5）参考信息与文稿

国网电科院：《配电变压器智能化研究》

中国电科院：《非晶合金配电变压器的技术性能分析》

报刊报道：智能变压器在北京远郊县区"上岗"

东北农业大学：《配电变压器无触点有载调压中反并联晶闸管光纤触发方案》

中压/高压电子式配电变压器

1）面向配电网的电子式配电变压器（**EPT**）除具有传统变压器的功能，还具有下列特征：

·由于采用中频变压器，减少铜、铁等金属用量；

·原边电流、无功功率、副边电压均可控，在提高供电质量的同时，减少对电网的谐波、无功污染；

·兼有智能的自保护功能，无需常规变压器的复杂保护装置；

·既可连接交流电网，也可直接与直流电源连接，便于光伏等分布式电源并网。

2）由中科院电工研究研发的面向中压/高压配电网的**EPT**的新型拓朴：由高压交流侧的模块化多电平变流器（**MMC**）、中间的输入串联输出并联（**ISOP**）的隔离型**DC-DC**变换器、低压侧的三相四桥臂逆变器构成。

该电子式配变采用基于电网电压定向的矢量控制策略，在**dq**坐标系，即同步旋转坐标系下实施控制策略。整机设计可以显著地减少中频变压器用量，减少量为**44%**。

3）参考文稿：中科院电工研究所《面向中高压智能配电网的电力电子变压器研究》

配电设备在线监测综合网络

1）由重庆邮电大学研发的基于 **IPV6** 和无线传感网络的配电设备在线监测系统，包括：

·应用层：

开关柜动静触头监测（自取电型无线温度传感器）

母线接点温度监测

低压柜温度监测

电缆温度无线监测

开关柜局部无线监测

线路避雷器监测

·通信管理机：

该管理机通过以太网（**104**以太网协议）与现场后台系统相连，还与**WEB**服务器相连/通过**CDT**协议定和 **CDT/IEC61970 XML** 中间件与 **IEC61970/61988 XML**中间件数据平台相连。

WEB服务器再通过**3G/GPRS/SMS**与远程无线监控站/移动终端相连。

·参考文稿

重庆邮电大学：《基于 **IPV6** 的无线传感网网络协议研发及验证》

华中科技大学：《无线传感器网络应用于智能电网的探讨》

2）安徽农业大学：《高压开关柜新型数字式温度在线监测系统》

3）东南大学：《基于 **FPGA** 与 **ARM** 的高压断路器在线监测系统》

4）上海交通大学：《变电站在线测温告警算法》

5）上海电力学院：《电气设备红外线测温技术的实现》

6）国网物资公司、上海交通大学：《基于径向神经网络的输电线路动态容量在线预测》

7）华南理工大学：《架空线路截流量的导线温度测量方法研究》

配变二次集成化终端

该集成化终端的功能包括：电能计量、电能质量、配变温度与损耗监测、最大负荷记录、故障预警、配变寿命预测等。

参考信息与文稿：

报刊报道："辽宁 220KV 何家智能变电站在世界上第一个采用许继集中式保护的智能变电站"

深圳中电公司：iMeter 高端智能电表

重庆大学：《配电变压器远程监控终端研究与设计》

国电南瑞科技公司：《智能变电站集中式保护测控装置》

南京南瑞继保公司：《新一代保护测控装置配套工具软件设计与应用》

10 KV 高压柜

1）10KV智能型高压开关柜，包括：

·10KV 智能断路器（开关）

·保护、测控、通信集成化终端

·在线监测系统包括开关柜的温度、局放监测，开关动静触头、温度监测，母线温度监测。

·智能型高压/低压无功补偿设备

·配置与高压开关功能相应的 IED（智能电子装置）及智能组件

2）10KV智能柱上分界开关系列产品，包括10KV户外分界智能开关，10KV户外永磁智能真空断路器，分界开关智能终端。

3)10KV环保型固体绝缘环网柜/环网开关单元/固封式真空断路器

4）参考信息

北京电研华源公司（南瑞集团）：10KV 环网柜系列产品

武汉朗德公司：10KV 智能柱上分界开关系列产品

10 KV 智能型箱式变电站

该箱式变电站包括：10KV智能型集成化配电变压器，10KV智能断路器，10KV高品质高压电表，保护、测控、通信集成化终端，智能型无功功率补偿设备，基于无线传感网络的配电设备在线监测系统等。

7、 加强公司高层技术管理机制的建设

全面推进能源计量与能效管理产品/系统的升级、拓展，必须从公司高层技术管理机制改革抓起，充分发挥与依靠高层技术管理机制的主导作用，改变目前高层技术管理较为松散，表现为协调会议过多/缺乏全过程监督机制，海量信息分散/前沿市场信息不畅，专业公司/人才优势合作开发大型项目/整体解决方案尚未形成理念与制度，缺乏高端项目权威决策依据与能力/品牌效应不突出。

建议配备科技副总裁，统管公司产品/系统的升级、拓展工作，其主要职责：

1）领导新组建的技术决策与监督委员会、规划与市场拓展部/国际科技部（合署办公）、科技情报中心和现有的企业研究院。

2）组织多个专业公司合作开发大型项目全过程管理；协调交叉技术项目重大事项。

3）主管产品/系统的国内/国际标准化工作

4）负责与国家科技部、国家工信部、商务部相关部门，省科技厅，国网、南网，行业主管部门，重点高校的高层联系、汇报，争取大型项目的立项与开发资金的支持。

组建技术决策与监督委员会，并配备专职秘书长，其主要职责：

1）组织公司中长期科技发展规划与年度滚动实施计划的审定

2）大型项目实施全过程管理，包括前期工作、立项与决策管理；监督与协调各专业公司分工的大型项目实施情况。

3）协调技术交叉项目进程

4）强化与改进产品/系统开发机制、公司技术监督机制

5）组织参与国标/电力行标/国内通信联盟标准/国家部委相关标准制订的管理事宜。

6）组织科技成果鉴定

7）组织国内重要科技交流活动

8）负责处理科技副总裁国内部分的日常工作。

组建规划与拓展部/国际科技部（合署办公），其主要职责：

1）组织编制公司产品升级、拓展的中/长期科技发展规划与年度滚动实施计划

2）采取多方位措施，争取大型项目在国家科技部、国家工信部、省科技厅立项或与国网、南网合作开发。

3）组织参与国际电表、通信、智能家居标准制订的管理事宜

4）组织国际专业交流活动

5）组织出口/引进前沿产品项目的前期考察、谈判

6）负责处理科技副总裁国际部分的日常工作。

组建科技与市场情报中心，其主要职责

1)汇集各专业公司产品/系统相关的高级期刊、报刊，相关行业协会会刊，重点高校校刊，国际上IEC、IEEE、国际电信联盟、国际法制计量组织，国际上的通信专业联盟前沿信息、资料；国际/国内能源计量与能效管理品牌公司的技术、产品及企业发展信息、资料。

2）汇总各专业公司及高层技术领导参加的国内/国际专业会议全部资料（说明：各专业公司需用的会议资料先复印留存）。

3）以上汇总的科技与市场信息、各类专业会议资料，由专职人员摘要汇编后，出版《企业：科技与市场信息》月刊。

4）建立科技与市场信息库，包括电子版文稿，各专业公司共享。

完善与改进新产品/系统开发机制：从早期科技与市场信息反馈，新项目提出与调研，立项与决策，开发方案及工艺流程制订与审定，样机生产与测试，挂网运行与测试，新产品/系统故障信息反馈与处理，都要制定出全过程分阶段负责制及接口要求。

制定出收购、兼并关联公司产品的资料与信息要求

1）国际/国内产品标准及认证机构证书

2）行业主管部门/商务部出口部门对产品的评价

3）业内对产品市场前景的评论

建立公司高层技术领导的学习与继续教育常态化制度，由公司相关部门负责组织实施。

1）组织前沿实用科技讲座

2）对高层技术领导参加国内/国际高端专业会议的要求

3）对高层技术领导撰写综合/专业论文的要求

4）高层技术领导对公司出版的《企业：科技与市场信息》，每期都要有新项目批注。

建议设立科技创新开发基金，授权技术决策与监督委员会对项目开发基金限额使用；对超过限额的项目开发资金，按公司规定另行上报审批。同时，建议重奖前沿课题或有重要市场前景项目的开发成果。

结语

能源计量与能效管理是企业加强能源管理、提高能源利用效率、实现节能降耗的关键环节。能源计量是指对能源流程中各个环节的数量、质量、性能参数、相关的特征参数等进行检测、度量和计算。它有助于企业科学定量地管理能源生产、输运、消耗全过程，真正实现“能源数据来源于能源计量仪表，能源管理依靠计量数据”，从而达到节约能源的目的。能源计量工作不仅是企业贯彻执行国家节能法规、政策、标准的重要保证，是国家依法实施节能监督管理、评价企业能源利用状况的重要依据。通过能源计量，企业可以合理用能，优化能源结构，提高能源利用效率，降低生产成本，增强市场竞争力。在能效管理方面，企业应注重提高能源计量意识，加强对能源计量人员的培养和能源消耗的统计与分析等用能的管理。通过能源计量数据的采集、处理、使用，实施有效管理，充分发挥能源检测数据在生产经营、成本核算、能源平衡和能源利用等工作中的作用。此外，企业还应关注能源计量的技术进步和更新。随着科技的发展，新的能源计量技术和设备不断涌现，企业应积极引进和应用新技术，提高能源计量的准确性和可靠性。总的来说，能源计量与能效管理是企业实现可持续发展的重要手段。企业应充分认识到能源计量与能效管理的重要性，加强相关工作，为企业的长远发展奠定坚实基础。

参考文献

[1] 李子欣;王平;楚遵方;朱海滨;李耀华 面向中高压智能配电网的电力电子变压器研究 《电网技术》- 2013-09-05

[2] 常亮亮;涂春鸣;罗安;帅智康;杨晓峰;兰征 具有谐波抑制功能的综合电能质量控制系统设计 《电力系统自动化》- 2011-01-10

[3] 樊英;张丽;薛钟兵;邹志翔 基于V2G的无功功率补偿技术 《电网技术》- 2013-02-05

[4] 寇磊;罗安;吴传平;熊桥坡 基于两相三线变流器的新型高铁电能质量补偿装置《电网技术》- 2013-01-05